

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

Caracterización y programa para el manejo de los residuos sólidos en
zonas urbanas

Por:

Santos Llicahua Huachaca

Asesor:

Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga

Lima, diciembre del 2019

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga, de la Facultad de Ingeniería y arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente trabajo de investigación titulado: **"CARACTERIZACIÓN Y PROGRAMA PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN ZONAS URBANAS"** constituye la memoria que presentan el estudiante Santos Llicahua Huachaca para aspirar al grado de bachiller en Ingeniería ambiental, cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este trabajo de investigación son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución. Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Lima, a los 03 de diciembre del año 2019



Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En Lima, Perú, Villa Unión, a 2 día(s) del mes de Noviembre del año 2019 siendo las 13:50 horas,
 se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Lima, bajo la dirección del (de la)
 presidente(s): PhD Leonor Segonda Bustanza Cabala, el (la)
 secretario(a): Mg. Iliana del Carmen Gutierrez Rodriguez y los demás miembros:
Mg. David Andres Suvire Requena, Mg. Jackson Edgardo Perez Casco
 y el (la) asesor(a): Mg. Hilda Amparo Cruz Huananga

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación del trabajo de
 investigación titulado: Caracterización y programa para el manejo de los residuos
 sólidos en zonas urbanas

de los (las) egresados (as): a) Santos Llicoma Huachaca

b)

conducente a la obtención del grado académico de Bachiller en

Ingeniería Ambiental
 (Densificación del Grado Académico de Bachiller)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al candidato (a)/s hacer uso del tiempo determinado
 para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y
 aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al candidato (a)/s. Luego, se produjo un receso para las
 deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen
 siguiente:

Candidato/a (a): Santos Llicoma Huachaca

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>14</u>	<u>C</u>	<u>Aceptable</u>	<u>Bueno</u>

Candidato/a (b):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al candidato (a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir
 el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

[Firma]
 Presidente

[Firma]
 Asesor/a

[Firma]
 Candidato/a (a)

[Firma]
 Miembro

[Firma]
 Secretario/a

[Firma]
 Miembro

[Firma]
 Candidato/a (b)

Caracterización y programa para el manejo de los residuos sólidos en zonas urbanas

Characterization and a program for solid waste management in urban areas.

Llicahua Huachaca, Santos ^a

^aEP. Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión

Esta investigación tiene como objetivo describir la información básica de un programa para el manejo de residuos sólidos de acuerdo a la ley de gestión integral de residuos sólidos (1278); para implementarse en las localidades que carezcan de ésta, protegiendo así la salud pública y el medio ambiente. En la actualidad las grandes ciudades consumen exuberantes cantidades de recursos, generando residuos sólidos, causando una gran presión ambiental y múltiples impactos negativos; ya que se prevé que para el año 2025 la generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) se duplicará, debido a la alta obtención per cápita y mayor consumo de la población, la cual hará que el incremento sea de 1,2 a 1,42 Kg/habitante; asimismo en la actualidad la producción que representa de 1.300 millones Tn/año pasará a 2.200 millones para el año 2025, y éste último aumentará en un 70% a 2050, aproximadamente a 3.40 mil millones de toneladas anuales. Por otro lado, es de gran preocupación, el mal manejo que existe por parte de las entidades encargadas de su gestión y la falta de preocupación de la población, no siendo conscientes de que el mal manejo de estos es resultados de nuestras acciones. La generación de residuos siempre ha tenido un impacto significativo en la salud pública y en el medio ambiente y su correcta gestión implica la implementación de un plan de manejo de residuos sólidos, el cual tiene como partes importantes la caracterización, el diagnóstico ambiental, el método de recolección, de transporte, transferencia, la educación ambiental en la segregación, la disposición final y tratamiento respectivamente.

Palabras clave: : residuos sólidos, manejo, impacto, medio ambiente

Abstract

The objective of this research is to describe the basic information of a solid waste management plan in accordance with the law of integral solid waste management (1278); to be implemented in localities that lack it, thus protecting public health and the environment. At present, large cities consume exuberant amounts of resources, generating solid waste, causing great environmental pressure and multiple negative impacts; since it is predicted that by 2025 the generation of Urban Solid Waste (USW) will double, due to the high per capita acquisition and higher consumption of the population, which will make the increase from 1.2 to 1.42 Kg/habitant; also at present the production that represents 1.300 million tons/year will increase to 2,200 million tons by the year 2025, and the latter will increase by 70% by 2050, approximately 3.40 billion tons per year. On the other hand, it is of great concern, the mismanagement that exists on the part of the entities in charge of its management and the lack of concern of the population, not being conscious that the mismanagement of these is the result of our actions. The generation of waste has always had a significant impact on public health and the environment and its proper management involves the implementation of a solid waste management plan, which has as important parts the characterization, environmental diagnosis, collection method, transport, transfer, environmental education in segregation, final disposal and treatment respectively.

Keywords: solid waste, management, impact, environment

*Correspondencia de autor: santos.llicahua.huachaca
Km 19 Carretera Central, ñaña, Lurigancho, Lima 15, Perú.
E-mail: santos.llicahua@upeu.edu.pe

1. Introducción

Según Westin, Laurenti, y Rydberg (2019), en la actualidad las grandes ciudades consumen exuberantes cantidades de recursos, generando residuos sólidos, causando una gran presión ambiental y múltiples impactos negativos. Juárez (2003) y Petit & Leipold (2018), señalan que los residuos sólidos son desechos, desperdicios o sobrantes de las actividades humanas generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tienen calificación de peligro. Constituyen un tema cada vez más trascendente a nivel mundial, debido al alto crecimiento de la población, hábitos de consumo, sobre todo en países industrializados y con constantes cambios en las costumbres de los consumidores (Plai, Roodrigues, Mathew, & Hebbar, 2014). Otros factores como el crecimiento económico, el aumento de los ingresos, el crecimiento de la población, la rápida urbanización y la creciente demanda de bienes y servicios también contribuyen al aumento de la generación de residuos sólidos (Minghua et al., 2009).

Frente a esto, Abarca, Maas, & Hogland (2015); Yang, Xu, Gao, Guo, & Huang (2018), mencionan que las emisiones de carbono en sus distintas y variadas formas de compuestos químicos, generan consecuencias en el proceso del metabolismo humano. Asimismo, el Banco Mundial (2018), menciona que hay una tendencia mundial creciente en la generación de residuos sólidos, y se prevé que para el año 2025 la generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) se duplicará, debido a la alta obtención per cápita y mayor consumo de la población, la cual hará que el incremento sea de 1,2 a 1,42 Kg/habitante; Asimismo en la actualidad la producción que representa de 1.300 millones Tn/año pasará a 2.200 millones para el año 2025, y éste último aumentará en un 70% a 2050, aproximadamente a 3.40 mil millones de toneladas anuales.

Sin duda, la generación de residuos sólidos es un factor ambiental importante para desarrollo de las ciudades; (Sminkey & Le Doux, 2016), mencionan que a nivel mundial las ciudades son responsables de más del 70% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (GEI), por ello necesitan contar con un plan de manejo implementado.

Un plan de manejo de residuos sólidos (PMRS) es un documento técnico administrativo que nos indica el seguimiento de todos los residuos sólidos transportados desde un lugar de disposición hasta su disposición final, y tiene información relativa de la fuente de generación, las características de los residuos generados, consignados en formularios especiales que son registrados por todos los operadores que participan (Gómez, Buendía, Ramírez, & Bazan, 2014).

Las municipalidades, para el cumplimiento de la meta 3: "Implementación de un sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales", deben desarrollar y cumplir las actividades que les corresponda según su respectivo tipo A, B Y C (Ministerio del Ambiente., 2019).

Según la ley (1278, 2017) menciona los municipios son quienes tienen la responsabilidad del servicio de recolección, transporte y disposición final segura de los residuos sólidos a todos los vecinos. Además, tienen el rol de cobrar por ese servicio y de velar por la salud pública, manteniendo las ciudades libres de vectores.

El MINAM es el ente rector de los residuos sólidos. Esta responsabilidad era antes del MINSA y hoy se refuerza con el liderazgo de MINAM y con el Programa Perú Limpio Ministerio del Ambiente (MINAM, 2017).

El ministerio del ambiente del Perú (MINAM, 2008) señala que el manejo de los residuos sólidos en éste país, tiene una estrecha relación con la pobreza, las enfermedades y la contaminación ambiental, y también con el crecimiento poblacional, hábitos de consumo inadecuados, procesos migratorios desordenados y flujos comerciales insostenibles, que inciden en una mayor generación de residuos sólidos, cuyo incremento es mayor al financiamiento de las inversiones en la prestación de los servicios, colocando esto como situación de riesgo en la salud de las personas y reducción de las oportunidades en el desarrollo. Asimismo, diversos estudios manifiestan que el manejo de los residuos sólidos en el Perú es muy deficiente, debido a una recolección informal de los recicladores que tratan de beneficiarse, sin tener conocimiento que estos representan una verdadera amenaza contra la salud humana y el ambiente específicamente; en la proliferación de vectores transmisores de enfermedades y el efecto sobre la biodiversidad (Nyotii, Owido, Owino, & Muniu, 2016).

El Servicio de Salud Pública de los Estados Unidos identificó 22 enfermedades humanas que están relacionadas con la gestión inadecuada de residuos sólidos urbanos. Los recicladores y recolectores en los países en desarrollo, rara vez están protegidos del contacto directo y las lesiones, y la eliminación conjunta de desechos peligrosos y médicos en la ruta a los rellenos sanitarios urbanos (RSU) u otros sistemas de disposición final. Los gases de escape de los vehículos de recogida de residuos, el polvo procedente de las prácticas de eliminación y la quema a cielo abierto de residuos también contribuyen a los problemas generales de salud (Emma, 2013).

En este sentido, el objetivo de esta investigación es recopilar información básica de un plan de manejo de residuos sólidos para implementarse en las localidades que carezcan de ésta, protegiendo así la salud pública y el medio ambiente.

2. DESARROLLO O REVISIÓN

RESIDUOS SOLIDOS SÓLIDOS

Todos aquellos materiales sólidos y semisólidos que resultan de las actividades del hombre en la sociedad y que son desechables por su propietario por considerarse sin valor para retenerlos. Ministerio del Ambiente (MINAM, 2017) Asimismo, Ministerio del Ambiente (2019) nos indican que los residuos sólidos son el subproducto de la actividad del hombre, debido al desarrollo tecnológico que avanza continuamente. Del mismo modo Yukalang, Clarke y Ross (2018) menciona que los residuos sólidos son materiales, sustancia, objeto que son descartados diariamente por las actividades humanas o de la naturaleza, que ya no tiene función para la actividad que lo generó.

De acuerdo con el Decreto Supremo Legislativo 1278, que aprueba la ley Gestión Integral de Residuos Sólidos, define residuo sólido a cualquier objeto, material, sustancia resultante del consumo humano, uso o servicio, del cual poseedor se desprenda, para ser manejados se prioriza la valorización de los residuos (ley N° 1278, 2017).

CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS

Según la ley gestión integral residuos sólidos y reglamento (D.S. 014-2017-MINAM) se clasifican según su origen y a su composición (ley N° 1278, 2017).

Tabla 1:

Por su origen y tipos de residuos sólido

Por su origen	Generadores de residuos típicos	Tipos de desechos sólidos
Residencial	Viviendas unifamiliares y multifamiliares	Desechos de alimentos, papel, cartón, plásticos, textiles, cuero, desechos de jardinería, madera, vidrio, metales, cenizas, desechos especiales (p. Ej., Artículos voluminosos, productos electrónicos de consumo, electrodomésticos, baterías, aceite, neumáticos) y desechos domésticos peligrosos (Srivastava & Singhvi, 2013).
Industrial	Fabricación ligera y pesada, fabricación, sitios de construcción, plantas de energía y químicas.	Desechos de limpieza, empaques, desechos de alimentos, materiales de construcción y demolición, desechos peligrosos, cenizas, desechos especiales (Fadel, Findikakis, & Leckie, 1997).
Comercial	Tiendas, hoteles, restaurantes, mercados, edificios de oficinas, etc.	Papel, cartón, plásticos, madera, desechos alimenticios, vidrio, metales, desechos especiales, desechos peligrosos (Plai et al., 2014).
Institucional	Escuelas, hospitales, prisiones, centros gubernamentales.	Igual que el comercial.
Construcción y demolición	Obra nueva, reparación de carreteras, obras de renovación, demolición de edificios.	Madera, acero, hormigón, tierra, etc.
Servicios municipales	Limpieza de calles, paisajismo, parques, playas, otras áreas recreativas, plantas de tratamiento de agua y aguas residuales.	Basura de la calle; poda de paisajes y árboles; desechos generales de parques, playas y otras áreas recreativas; lodo (Srivastava & Singhvi, 2013).
Proceso (fabricación, etc.)	Fabricación pesada y ligera, refinerías, plantas químicas, plantas de energía, extracción y procesamiento de minerales.	Residuos de procesos industriales, materiales de desecho, productos fuera de especificación, matanzas, relaves (Plai et al., 2014).
Agricultura	Cultivos, huertos, viñedos, lecherías, corrales de engorde, granjas.	Desechos de alimentos en mal estado, desechos agrícolas, desechos peligrosos (p. Ej., Pesticidas).

Fuente 1: propio**Por su composición**

Residuos orgánicos: Los residuos orgánicos son cualquier material que es biodegradable y que proviene de una planta o de un animal. Los residuos biodegradables son materiales orgánicos que se pueden romper en dióxido de carbono, metano o simples moléculas orgánicas. Ejemplo: residuos de fabricación de alimentos en el hogar, cascaras, hojas y otros (Gidarakos, Havas, & Ntzamilis, 2006).

Residuos inorgánicos: todos los residuos de origen no biológico (origen industrial o cualquier proceso no natural). Ejemplos: botellas de refresco de plástico, vidrio, vasos de yogurt, cucharas, celofán, latas de aluminio, bolsas de plástico (Mezúa & Domínguez, 2017).

Residuos peligrosos: son aquellos que pueden contener sustancias tóxicas generadas por desechos industriales, hospitalarios y algunos tipos de desechos domésticos. Estos desechos pueden ser corrosivos, inflamables, explosivos o reaccionar cuando se exponen a otros materiales. Algunos desechos peligrosos son altamente tóxicos para el medio ambiente, incluidos humanos, animales y plantas (Gidarakos et al., 2006)

MANEJOS DE RESIDUOS SÓLIDOS

Es toda actividad técnica operativa de residuos sólidos que involucre manipuleo, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento, disposición final o cualquier otro procedimiento técnico operativo utilizado desde la generación hasta la disposición final García, Toyo, Acosta, Rodríguez y Zauahre (2014) De igual manera Mezúa y Domínguez (2017) menciona que el manejo de residuos sólidos es una actividad de manejo para poder reducir sus efectos negativos en la salud y el medio ambiente, que sigue una secuencia que va desde la gestión, recojo, transporte, tratamiento, reciclado y eliminación de los materiales de desecho.

PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS

Documento técnico administrativo que nos indica el seguimiento de todos los residuos sólidos transportados desde un lugar de disposición hasta su disposición final, y tiene información relativa de la fuente de generación, las características de los residuos generados, consignados en formularios especiales que son registrados por todos los operadores que participan (Gómez, Buendía, Ramirez, y Bazan, 2014).

Es un Instrumento de gestión ambiental que surge de un proceso coordinado y concertado entre autoridades y funcionarios municipales, promoviendo una adecuada gestión y manejo de los residuos sólidos; asegurando la eficacia, eficiencia y sostenibilidad, desde su generación hasta su disposición final, incluyendo procesos de reciclaje, minimización y reutilización de los residuos sólidos Ministerio del Ambiente (MINAM, 2014).

Minimización de residuos

La minimización de desechos implica limitar la cantidad de desechos que se generan, lo que ayuda a eliminar la producción de desechos persistentes y dañinos, apoyando de manera efectiva los esfuerzos que promueven una sociedad sostenible (María & Ospina, 2009). Es particularmente importante inculcar en los niños conocimientos y normas encaminadas a formar hábitos y actitudes positivas respecto a los residuos sólidos que generan (Sáez y Urdaneta, 2014).

Las acciones que se deben realizar para contribuir con la minimización de residuos, pueden englobarse dentro del concepto de las 4R (reducir, reusar, reciclar y rechazar) (Memon, 2016) como tales:

Reducir

La primera R en las 3r de gestión de residuos significa Reducir. Significa tomar medidas que ayuden a prevenir, evitar y limitar la generación de los desechos innecesarios. Si nos negamos a comprar artículos que no necesitamos o compramos artículos multipropósito, entonces podemos ayudar a reducir los productos de desecho que van a la basura. Es importante tener en cuenta en la reducción de los residuos es el consumo responsable y sostenible (Memon, 2016).

Reutilizar

La segunda R en las 3r de gestión de residuos es Reutilización. Significa volver la mayor utilidad. Es cuando podemos usar un objeto de nuevo o de manera diferente en comparación con lo que está destinado a hacer. Para su utilidad no se requiere que haya transformación entre el uso original y los usos posteriores (Memon, 2016).

Reciclar

La tercera r en la jerarquía de residuos significa Reciclar. Reciclar significa cambiar o transformar los desechos y los elementos no utilizables en materias primas que se pueden utilizar para crear nuevos objetos. Hay una necesidad de estaciones de reciclaje para ayudar con el proceso de reciclaje (Memon, 2016).









Segregación

Consiste en separar a los residuos sólidos de acuerdo con características uniformes (tipo o composición química), puede ser efectuada tanto en origen o sea en la vivienda (o industria), como en la estación de transferencia de residuos o en el destino final de los mismos, lo cual hace posible la separación mecánica (Banga, 2013).

Se realiza con la finalidad de facilitar el reciclaje y reaprovechamiento de residuos, es así como en Perú, el Instituto de Defensa de la Competencia y la Protección de la Propiedad Intelectual [INDECOPI], ha aprobado la Norma Técnica NTP 900.058, esta norma establece los colores a ser utilizados en los 35 dispositivos de almacenamiento de residuos, con el fin de asegurar la identificación y segregación de los mismo como se muestra en la tabla 2

Tabla 2.

Código de colores para la segregación de residuos sólido.

Clasificación	Reaprovechable	No reaprovechable
Metal		
Vidrio		
Papel y cartón		
Plástico		
Orgánico		
Comunes	
Peligrosos		

Fuente 2: Norma técnica peruana (NTP) (900.058, 2019)

Impacto ambiental de los residuos sólidos

Según Plai et al. (2014), indica en cuanto a los residuos sólidos, refiere que existen afectaciones o impactos en la calidad del medio ambiente por la mala disposición de éstos, es decir, la acumulación de diferentes residuos sólidos ocasiona impactos en el medio ambiente como se aprecia en el cuadro.

Tabla 3:

Diferentes impactos ocasionados por el inadecuado manejo de los residuos sólidos.

Escenario	Impactos
Deterioro del paisaje	Acumulación de residuos sólidos sin cobertura cerca de carreteras, caminos vecinales, asentamientos humanos y arroyos.
Contaminación de aire	Incendios, dispersión de materiales ligeros y polvos. Olores desagradables propios de la descomposición de los residuos sólidos y suspensión partículas.
Impacto de cuerpos de agua superficiales y subterráneos	Suelos permeables. Carencia de un sistema de impermeabilización y control de lixiviados y falta de cobertura diaria. .

	Cercanía de cuerpos de agua superficial y subterráneo
	Carencia de obras de desvío de aguas pluviales.
	Falta de control de materiales ligeros.
Contaminación del suelo	Proliferación de fauna nociva.
	Presencia de animales domésticos dentro del sitio.
	Contacto directo con los residuos sólidos.
Impacto en la salud -	Migración y movilidad de contaminantes generados en los sitios.
	de disposición final, a través de suelo, aire y agua.
	Abandono o falta de control de los sitios de disposición final.
Impacto social	Existencia de materiales aprovechables.

Fuente 3: SEDESOL, Problemática del tiradero a cielo abierto, 2018.

Por lo anterior, la importancia y la existencia de los tratamientos y disposición de los RSU, de no ser tratados adecuadamente, ocasionan daños al ambiente (contaminación de agua, suelos y aire) y de la misma forma, afectan la salud de los individuos. Es decir, los factores físicos (temperatura, humedad y ubicación) determinan el proceso natural de los materiales para degradarse (Srivastava & Singhvi, 2013).

Según Deus, Mele, Bezerra, y Battistelle (2019), menciona que, al no haber un control adecuado de estos materiales, pueden ocasionar numerosos problemas como son principalmente incendios, aparición de fauna nociva, contaminación del agua, del suelo, de la atmósfera, afectar no solo a la salud humana, sino también a la fauna doméstica y silvestre, a la flora y al paisaje.

De acuerdo con la Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación del agua, suelos y residuos sólidos en el mundo, declara que las contaminaciones generadas por los sitios de disposición final no controlados son: toxicidad y explosividad generada por la emisión de biogás, mal olor, fauna nociva como insectos, ratas y algunos perros, contribución de gases efecto invernadero (GEI) por Dióxido de Carbono (CO₂) y deterioro estético. Además, de ocasionan daños a la salud humana (Condori, 2014).

Impactos en la salud generados por los residuos sólidos

Según (Galindo, Artunes, & Sanabria, 2013), menciona que los residuos sólidos poseen altas cargas patógenas y constituyen medios adecuados para la proliferación de agentes vectores de enfermedades de alto riesgo para la salud humana, así como para el ambiente. El grado de peligrosidad de los desechos varían de acuerdo a la toxicidad o potencial de contaminantes de sus componentes, también contribuyendo las condiciones atmosféricas de disposición (temperatura y humedad). Así, por ejemplo, los residuos hospitalarios e industriales tienden a ser más peligrosos para la salud y el ambiente que los residuos domésticos y comerciales. Sin embargo, estos últimos, inadecuadamente tratados, pueden constituir fuentes de enfermedades con riesgo de afectación a una mayor cantidad de población (Artunduaga, Salazar, & García, 2015).

MANEJO DE RESIDUOS MUNICIPALES.

El manejo de residuos sólidos ha generado la ruptura del equilibrio entre el ecosistema y las actividades humanas, para que los RSU no produzcan impactos negativos en el ambiente, se debe gestionar adecuadamente antes de proceder su disposición final, este manejo puede ser realizado por la municipalidad o empresa prestadora de servicios de residuos sólidos, para desarrollarse adecuadamente de manera sanitaria y ambientalmente, con relación a los principios de prevención de impactos negativos y protección de la salud (OEFA, 2014). En México, la secretaria del medio ambiente y recursos naturales (Semarnat) menciona que: el manejo integral de los RSM está compuesto por métodos recolección, sistemas de separación, valoración y aprovechamiento del cual deriva beneficios ambientales y económicos (Gómez et al., 2014).

De acuerdo con la Ley gestión integral de residuos Sólidos (ley N° 1278, 2017), el manejo de residuos sólidos se encuentra formada por las etapas siguientes:

Generación

Lugar donde se producen los residuos como resultado de actividad humana, conforme a lo explicado estos pueden generar de la actividad comercial, servicios de limpieza pública, servicios de salud, construcción.

Segregación en la fuente

Es la separación de los residuos sólidos con características similares, para facilitar el aprovechamiento, tratamiento o comercialización, esto solo está permitida en la fuente de generación y en la instalación de tratamiento operada por una EPS-RS o municipalidad.

Almacenamiento

Lugar donde se acumula los residuos sólidos por un corto tiempo para hacer el manejo hasta su disposición final.

Comercialización de residuos

Es la compra y venta residuos reaprovecharles a través de empresas comercializadoras de residuos sólidos (EC-RS) autorizadas por DIGESA con el fin de controlar los riesgos sanitarios y ambientales.

Recolección y transporte

El recojo de los residuos sólidos y traslado se necesita un vehículo apropiado, para luego continuar con el manejo, en forma sanitaria, segura y ambientalmente adecuada. Para esto es importante que las poblaciones cumplan con los horarios de recojo de residuos sólidos domiciliarios, esto ayudara que los segregadores informales no manipulen las bolsas de basura y se propaguen los residuos en la vía pública (Maria & Ospina, 2009).

Transferencia

Lugar donde se almacenan temporalmente los residuos para de distintos lugares para luego poder transportar a estos residuos en unidades de mayor capacidad hacia un relleno sanitario o planta de tratamiento de residuos sólidos el cual será su disposición final. Pero no deben permanecer por mucho tiempo, ya que corre el riesgo de la descomposición (Abarca et al., 2015).

Tratamiento

Método que tiene como objetivo modificar las características físicas, químicas o biológicas de los residuos sólidos, logrando reducir o eliminar el potencial de peligro que pueden causar daños a la salud y ambiente, también permite el reaprovechar de los residuos, lo que facilita la disposición final en forma eficiente y segura (Deus et al., 2019).

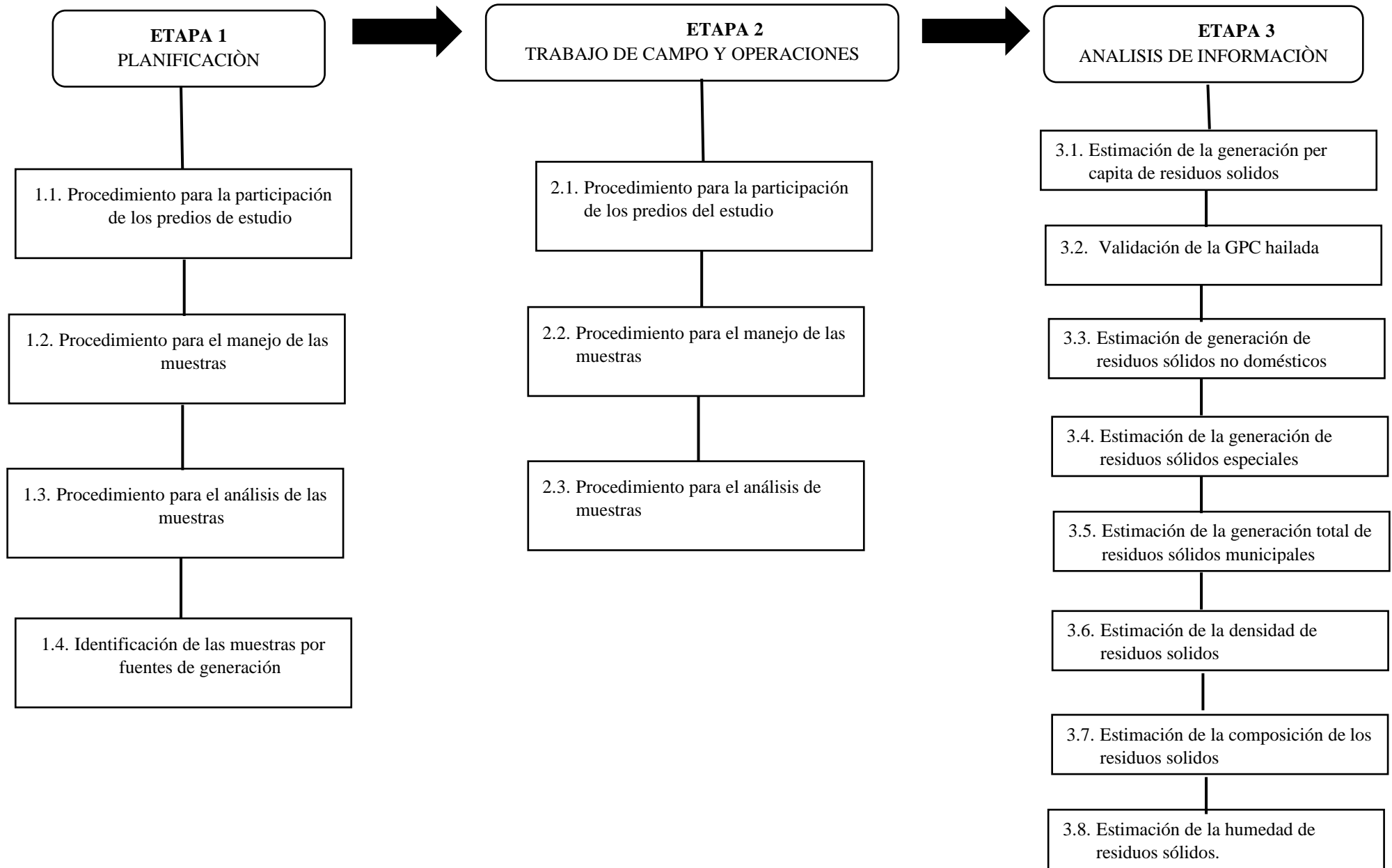
Disposición final

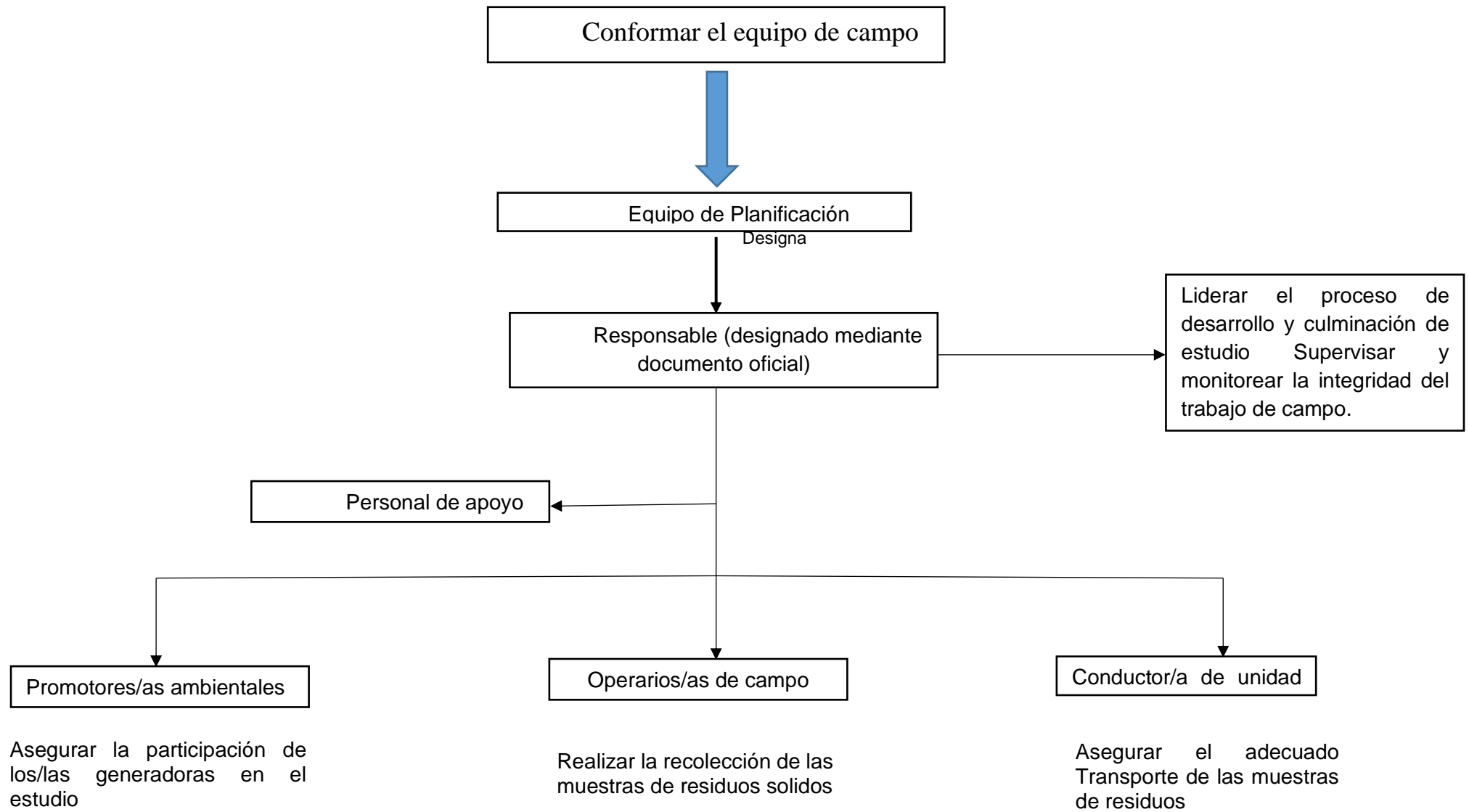
Es la última etapa del manejo de residuos sólidos en que estos se disponen lugar adecuado y permanente, sanitaria y ambientalmente segura. Según la (ley N° 1278, 2017) menciona los residuos tienen una infraestructura de disposición final, debidamente equipada y operada, que permite disponer de los residuos sólidos de manera sanitaria y ambientalmente segura.

ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Este estudio es una herramienta que permite obtener información primaria relacionada a las características de los residuos sólidos municipales, constituidos por residuos domiciliarios y no domiciliarios, como son: la cantidad de residuos, densidad, composición y humedad, en un determinado ámbito geográfico Ministerio del Ambiente (MINAM), 2017). Para la información se tiene que tener en cuenta la planificación técnica y operativa del manejo de los residuos sólidos.

Ilustración 1. Flujo de las etapas de estudio y pasos a seguir (Guía de caracterización de residuos sólidos, 2018)





1. Planificación y logística para el desarrollo del estudio

Se debe considerar los siguientes aspectos para el desarrollo del estudio: conformación del equipo de trabajo, contar con equipos y materiales, designación de un espacio o local de trabajo, determinación del número de las muestras y elaboración del plan de rutas de recolección de muestra (Ministerio del Ambiente., 2019).

2. Empadronamiento de predios y recolección de muestras

Luego de definir las muestras que van a participar, asegurar los medios y rutas necesarias, la municipalidad deberá acudir a las muestras seleccionadas y registrar la confirmación de su participación, entregando bolsas con las codificaciones respectivas para la identificación de las muestras durante ocho días =.

3. Procedimientos para el análisis de las muestras

En este procedimiento obtendremos los siguientes cálculos que se realicen:

- **Pesaje:** Se pesará por tipos de generadores y fuentes de generación.
- **Densidad:** La verificación de la cantidad de bolsas y los pesos anotados.
- **Composición:** Se va homogenizar la muestras codificadas y separadas de acuerdo al tipo de generador o las fuentes donde provienen.
- **Humedad:** Es una característica importante para los procesos a que pueden ser sometida los residuos sólidos.

DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA

Proyección de la población

La guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales (2018) presenta que el cálculo de la población de debe aplicar la siguiente formula:

$$PF = Pi x (1 + r)^n$$

Donde:

Pi = población inicial, población real obtenida de acuerdo al INEI

r = Tasa de crecimiento anual (INEI)

n = Número de años que se desea proyectar la población, a partir de la población inicial.

PF = Población final proyectada después de "n" años

Determinación del tamaño de muestra

Se considera de acuerdo a la cantidad de viviendas del distrito y se aplicara la siguiente formula de acuerdo al manual:

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 N \sigma^2}{(N - 1)E^2 + Z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2}$$

Donde:

n = muestra de las viviendas

N = total de las viviendas

Z = nivel de confianza 95%

σ = desviación estándar

E = error permisible

Cálculo del volumen

De acuerdo al anexo B.4 se calcula el volumen con la siguiente formula:

$$V = \pi x \left(\frac{D}{2}\right)^2 x(H - h)$$

Donde:

V = Volumen

:
:

D = Diámetro del cilindro
H = Altura total del cilindro
h = altura libre de rrs
 π = constante (3.1416)

Cálculo de densidad

De acuerdo al anexo 05 de la guía se calcula con la siguiente formula:

$$Densidad = \frac{W}{V} = \frac{W}{\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 x (H)}$$

Dónde:

S: Densidad de los residuos sólidos (Kg/m³)

W: Peso de los residuos dolidos

V: Volumen de los residuos solidos

D: Diámetro del cilindro

H: Altura del cilindro

π : Constante (3.1416)

Cálculo De La Humedad

Para determinar la humedad se tomarán tres muestras de los residuos en forma diaria. Las muestras serán sometidas a 100 °C y pesadas en una balanza analítica.

Determinación de la generación per capita

$$GPC \text{ (Kg/hab/día)} = \text{Kg de residuos sólidos} / \text{Número de habitantes}$$

Conclusión

La generación de residuos siempre ha tenido un impacto significativo en la salud pública y en el medio ambiente. El problema no es la generación propiamente dicha, tiene que ver directamente con el crecimiento de la población, hábitos de consumo, otros factores como el crecimiento económico, el aumento de los ingresos, el crecimiento de la población, la rápida urbanización y la creciente demanda de bienes y servicios también contribuyen a este problema de índole mundial.

La gestión ambiental de residuos implica la implementación de un plan de manejo de residuos sólidos. Sus partes importantes son, la caracterización, el diagnóstico ambiental, el método de recolección, de transporte, transferencia, la educación ambiental en la segregación, la disposición final y tratamiento respectivamente.

A la complejidad del manejo de residuos sólidos se suma la composición y toxicidad de cada residuo, en este sentido el manejo inadecuado de estos genera impactos en la salud y el medio ambiente, provocando disminución directa en la calidad de vida de las personas, y las últimas contaminando los ecosistemas.

Los desechos que no se gestionan adecuadamente, comúnmente son las excretas y aquellos de composición líquida provenientes de los hogares con deficiencias sanitarias, estos constituyen un grave peligro para salud, puesto que a través de vectores permiten la propagación de enfermedades infecciosas

Referencia

- Abarca, L., Maas, G., & Hogland, W. (2015). Desafíos en la gestión de residuos sólidos para las ciudades de países en desarrollo. *Revista Tecnología En Marcha*, 28(2), 141–168.
- Artunduaga, M. T., Salazar, G. M. L., & García, T. F. (2015). Impacto en la salud por el inadecuado manejo de los residuos peligrosos. *USBMed*, 6(2), 46–50.
- Banga, M. (2013). Household Knowledge , Attitudes and Practices in Solid Waste Segregation and Recycling : The Case of Urban Kampala Recycling : The Case of Urban Kampala. *Zambia Social Science Journal*, 2(1).
- Condori, D. (2014). *Impacto de una estrategia de educación ambiental sobre los conocimientos actitudes y prácticas en manejo de residuos sólidos de la población de Villa Chullunquiani* (Universidad Peruana Unión). Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/54242630.pdf>
- Deus, R., Mele, F., Bezerra, B., & Battistelle, R. (2019). A municipal solid waste indicator for environmental impact: Assessment and identification of best management practices. *Journal Pre-Proof*, 2, 1–14.
- Emma, S. (2013). Solid waste management and health effects. *Universitet Umea*, (January), 1–24. Retrieved from <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:607360/fulltext02>
- Fadel, M., Findikakis, A., & Leckie, J. O. (1997). Environmental impacts of solid waste landfilling. *Journal of Environmental Management*, 50(1), 1–25. <https://doi.org/10.1006/jema.1995.0131>
- Galindo, N., Artunes, D., & Sanabria, M. S. (2013). Calentamiento Global Y Efecto Invernadero : Reflexiones Para La. *Revista Hacia La Promoción de La Salud*, 18(1), 110–122. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/3091/309131077009.pdf>
- García, H., Toyo, L., Acosta, Y., Rodríguez, L., & El Zauahre, M. (2014). Percepción del manejo de residuos sólidos urbanos (fracción inorgánica) en una comunidad universitaria. *Multiciencias*, 14(3), 247–256.
- Gidarakos, G., Havas, G., & Ntzamilis, P. (2006). Municipal solid waste composition determination supporting the integrated solid waste management system in the island of Crete. *Waste Management*, 26(6), 668–679.
- Gómez, J. A., Buendía, J. D., Ramirez, L. G., & Bazan, R. R. (2014). *Plan de manejo de residuos solidos 2014-2018. Municipalidad distrital de Ate*.
- ley N° 1278, G. integral de residuos solidos. (2017). Aprueban Reglamento del Decreto Legislativo N ° 1278 , Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. In *El Peruano* (pp. 18–49).
- Maria, V., & Ospina, V. (2009). *Diseño e implementación del plan de manejo integral de residuos sólidos de la corporación club campestre - medellín*. Corporación Universitaria las Lasallita.
- Memon, A. (2016). Integrated solid waste management based on the 3R approach Integrated Solid Waste Management based on 3R Approach. *Springer*, 0–25.
- Mezúa, L., & Domínguez, V. M. (2017). *Comprehensive plan for solid waste management at the community of Pijibasal, buffer zone of the Darien National Park, Republic of Panama ; Plan de manejo integral de residuos sólidos para la comunidad de Pijibasal, zona de amortiguamiento del Parque Nacio. 2*. Retrieved from <http://ridda2.utp.ac.pa/handle/123456789/137>
- MINAM. (2014). *Sólidos de la gestión del ámbito municipal y no municipal 2013*. Retrieved from <http://redrss.minam.gob.pe/material/20160328155703.pdf>
- Minghua, Z., Xiumin, F., Rovetta, A., Qichang, H., Vicentini, F., Bingkai, L., ... Yi, L. (2009). Municipal solid waste management in Pudong New Area, China. *Waste Management*, 29(3), 1227–1233.
- Ministerio del Ambiente. (2019a). *Guía para el cumplimiento de la meta 3*. Retrieved from <http://sigersol.minam.gob.pe/>
- Ministerio del Ambiente. (2019b). *Programa de Incentivos a la mejora De La Gestión Municipal Del Año 2019, Implementación de un Sistema Integrado de Manejo de Residuos Sólidos Municipales*. 51. Retrieved from <http://sigersol.minam.gob.pe/>

- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2017). D.S.N° 014-2017-MINAM "Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos." 32.
- Nyotii, M., Owido, S., Owino, G., & Muniu, J. (2016). Classification and Characterization of Solid Waste – Case Study of Egerton University and its Environs, Kenya. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 11, 2395–56.
- OEFA, O. de E. y F. A. (2014). Fiscalización ambiental en Residuos Sólidos de gestión Municipal Provincial. *Ministerio de Ambiente Peru*.
- Petit, A., & Leipold, S. (2018). Circular economy in cities: Reviewing how environmental research aligns with local practices. *Accepted Manuscript*, 195, 1270–1281. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.281>
- Plai, R., Roodrigues, L., Mathew, A., & Hebbar, S. (2014). Impact of Urbanization on Municipal Solid Waste Management : A System Dynamics Approach. *International Journal of Renewable Energy and Environmental Engineering*, 02(01), 31–37.
- Sáez, A., & Urdaneta, J. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Choice Omnio*, 20(3), 121–135.
- Sminkey, P., & Le Doux, J. (2016). Case management ethics: High professional standards for health care's interconnected worlds. *Professional Case Management*, 21(4), 193–198. <https://doi.org/10.1097/NCM.0000000000000166>
- Srivastava, S., & Singhvi, R. (2013). Impact of Solid Waste on Health and the Environment. *International Journal of Science and Research*, 2(1), 165–168. Retrieved from http://irnet.sg/irnet_journal/IJSDGE/IJSDGE_doc/IJSDGE_V2I1,2_papers/31.pdf
- Westin, A., Laurenti, R., & Rydberg, T. (2019). Combining material flow analysis with life cycle assessment to identify environmental hotspots of urban consumption. *Journal of Cleaner Production*, 226, 526–539.
- Yang, D., Xu, L., Gao, X., Guo, Q., & Huang, N. (2018). Inventories and reduction scenarios of urban waste-related greenhouse gas emissions for management potential. *Science of the Total Environment*, 626, 727–736. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.110>
- Yukalang, N., Clarke, B., & Ross, K. (2018). Solid waste management solutions for a rapidly urbanizing area in Thailand: Recommendations based on stakeholder input. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(7). <https://doi.org/10.3390/ijerph15071302>